Ueber den Einfluß der Konservierungsmethoden auf die Verdaulichkeit der Kartoffel sowie neue Ermittlungen über den Nährwert einiger Mahlabfälle

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der Doktorwürde der hohen
mathematisch-naturwissenschaftlichen Fakultät
der Georg August-Universität zu Göttingen

vorgelegt von

Konrad Müller
aus Hofgeismar bei Cassel

Göttingen 1925

Druck der Dieterichschen Universitäts-Buchdruckerei
von W. Fr. Kaestner

Gutachter: Geheimrat Prof. Dr. Franz Lehmann.

Tag der mündlichen Prüfung: 2. Juli 1924.

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

Die volks- und privatwirtschaftlich beste Methode der Fleischerzeugung durch das Schwein ist die moderne Schnellmast. Ihre Durchführung hängt von einer Reihe von Eigenschaften der Futtermittel ab, und die wichtigste derselben ist die Höhe der Verdaulichkeit. Ein Erfahrungssatz besagt, daß die organische Substanz der Futtermittel zu mindestens 80 % verdaulich sein müsse, wenn diese zur Schnellmast geeignet sein sollen. Hiernach unterscheidet man 2 Gruppen von Futtermitteln:

1) Solche, deren organische Substanz zu 80 % und höher verdaulich ist, wie z. B. die Körner der Getreide- und Leguminosen-Arten, die Knollen und Wurzeln der Hackfrüchte usw.

2) Futtermittel, deren Verdaulichkeit zwischen 70 und 80 % liegt. Hierher gehört eine Reihe von Abfallprodukten, wie die Haus- und Küchenabfälle Abfälle der Nahrungsmittelgewerbe, Kleien, Biertreber usw.

Die Futtermittel der ersten Klasse sind zugleich auch menschliche Nahrungsmittel oder können doch leicht zu solchen verarbeitet werden. Sie stehen daher der Mast nur in beschränkter Menge zur Verfügung. Mit ihnen läßt sich die Mast am leichtesten durchführen, aber ihr Preis ist verhältnismäßig hoch.

Ganz anders liegen die Verhältnisse bei der zweiten Klasse. Diese Futtermittel stehen zwar in unbeschränkter Menge zur Verfügung, allein in der Schnellmast ist ihre Verwendung an bestimmte Voraussetzungen geknüpft. Nur wenn sie mit höchstverdaulichem Futter gemengt werden, können sie das Körnerschrot der ersten Klasse

ersetzen. Allein sie sind unverhältnismäßig billig, und so beruht gerade auf der Kunst, einen möglichst hohen Betrag des Schweinefutters aus dieser zweiten Klasse zu entnehmen, die Verbilligung der Mast. Nationalwirtschaftlich wichtig ist, daß mit dieser Inanspruchnahme der zweiten Gruppe der Kreis der Futtermittel des Schweines erweitert und somit die Möglichkeit der Fleischerzeugung vergrößert wird.

Das sind die Gründe, welche der Ausführung aller Verdauungsversuche zu Grunde liegen und auch zu der vorliegenden Arbeit geführt haben, die sich mit Futtermitteln beschäftigt, die den beiden geschilderten Gruppen angehören. Aus der ersten Gruppe wurden Kartoffeln in verschiedenen Konservierungszuständen und aus der zweiten 2 Mahlabfälle, nämlich das Weizenrandmehl und die Erbsenkleie, untersucht.

I. Versuche über den Einfluß der Konservierungsmethoden auf die Verdaulichkeit der Kartoffeln.

Die Zusammensetzung und die Verdaulichkeit normaler Kartoffeln ist längst bekannt. Ebenso liegen genügende Versuche über Zusammensetzung und Verdaulichkeit getrockneter Kartoffeln, und im besonderen der Kartoffelflocken, vor. Allein die Frage über den Futterwert eingesäuerter Kartoffeln ist noch ungeklärt und verdient ganz besonders deshalb eine neue Bearbeitung, weil durch den künstlichen Trocknungsprozeß die Kosten der Trocken-Kartoffeln sich unverhältnismäßig hoch stellen und sich hiermit die wichtige Forderung, auch im Sommer die Schweinemast mit Kartoffeln auszuführen, nicht befriedigend erfüllen läßt. Auf der anderen Seite hat aber in den letzten Jahren die Konservierung der Futtermittel durch Einsäuerung große Fortschritte gemacht und die Aufmerksamkeit in weiten landwirtschaftlichen Kreisen erregt. Auch ist bekannt, daß die Substanzverluste, wenn gedämpfte Kartoffeln in Silos eingestampft und aufbewahrt

werden, verhältnismäßig gering sind. Somit ist Aussicht vorhanden, durch die Einführung der gesäuerten Kartoffeln eine neue Methode der Schweinemast „Sommermast mit Kartoffeln“ zu schaffen, und hierzu bedarf es der Kenntnis über die Verdaulichkeit solcher Produkte. Die zum Einsäuern bestimmten Kartoffeln wurden gründlich gewaschen und darauf gedämpft. Noch warm kamen sie in gemauerte, gut verstrichene und geglättete Silos, in denen sie fest eingestampft wurden. Nach dem Füllen wurde die Masse mit Brettern und Erde möglichst luftdicht abgedeckt. Für ein gutes Gelingen des Einsäuerns ist es unbedingt erforderlich, daß die eingestampften Kartoffeln absolut wasser- und möglichst luftdicht abgeschlossen werden. Der Siloinhalt macht eine Gärung durch, bei der sich aus der Kartoffelstärke Essig-, Butter- und in geringerem Maße Milchsäure bilden, sodaß Verluste, hauptsächlich an Stärke, mit dem Einsäuern verbunden sind.

Um ein genaues Bild der Veränderung in der Zusammensetzung und der Verdaulichkeit der Kartoffel zu erhalten, wurden Verdauungsversuche an Schweinen angestellt. Geprüft wurden:

a) Kartoffeln derselben Ernte und Herkunft
   1. nach bestimmter Lagerzeit,
   2. nach längerer Einsäuerung,
   3. unter dem Einfluß eines Beifutters;
b) Kartoffeln anderer Herkunft nach fast einjähriger Kellerlagerung.

Da die gequetschte Kartoffelmasse sich an der Luft leicht verändert, konnten die Tagesfuttermengen nicht für die ganze Versuchsperiode abgewogen werden. Sie wurden regelmäßig nur für 3 oder 4 Tage gewogen. Die Wägungen und Probenahmen für Untersuchungen im Laboratorium fanden stets erst nach völligem Erkalten der gedämpften Kartoffeln statt. Sämtliche Rationen wurden mit Wasser angemengt gegeben unter Zufügung von 30 g kohlensaurem Futterkalk je Tag und Stück.

Die Versuchsanstellung und die Ausführung der Analysen geschah nach den im Laboratorium des Institutes für Tierernährungslehre gebräuchlichen Methoden.

1. Versuch. Gedämpfte Kartoffeln.

Die Kartoffeln entstammten der Ernte 1922 und hatten im Keller gelagert. Der Versuch dauerte vom 15. 6. bis 26. 6. 23. Zum Versuch dienten 2 Schweine (hannoversche veredelte Landschweine). Die Gewichtsbewegung der Tiere wurde, weil sie für das Ergebnis der Versuche ohne Bedeutung ist, in den einzelnen Versuchen nicht ermittelt. Das tägliche Futter bestand für beide Tiere zusammen aus:

8000 g gedämpften Kartoffeln, 2000 g Gerstenschrot.

Die Tiere fraßen gemeinsam aus einem Trog. Ebenso gelten die Kotaufzeichnungen für beide Tiere zusammen. Die Vorfütterung dauerte 4 Tage.

Analysen.

100 g Trockensubstanz enthalten:

	Kartoffeln	Gerstenschrot
	%	%
Rohprotein	7,28	11,30
Rohfett	0,47	2,78
Asche	6,09	2,69
Rohfaser	3,03	4,13
Stickstoffreie Extraktstoffe	83,13	79,10
Organische Substanz	93,91	97,31

Trockensubstanz der Kartoffeln:

frisch	lufttrocken	Trockensubstanz der lufttrocknen Substanz	Trockensubstanz der frischen Substanz
g	g	%	%
1000	264,6	97,44	25,78

Trockensubstanz: der gedämpften Kartoffeln 25,78 %, des Gerstenschrots 84,32 %.

Nach vier Tagen der Vorfütterung wurde 7 Tage

lang der Kot gesammelt und zwar vom 19. VI. bis 26. VI. 1923. Es wurde an Kot ausgeschieden:

Datum	frisch	abgewogen	lufttrocken
	g	g	g
19./20. VI.	3635	363,5	67,9
20./21. VI.	2802	280,2	57,8
21./22. VI.	2396	239,6	47,2
22./23. VI.	2372	237,2	54,8
23./24. VI.	2630	263,0	57,7
24./25. VI.	2440	244,0	54,1
25./26. VI.	2042	204,2	48,4

Im Tagesdurchschnitt wurden ausgeschieden 2616,7 g frischer Kot.

Die Trockensubstanzbestimmung ergab:

frisch	lufttrocken	Trockensubstanz der lufttrocknen Substanz	Trockensubstanz der frischen Substanz
g	g	%	%
2616,7	554,1	95,05	20,13

Die Kartoffeln wurden im Gemisch mit Gerstenschrot gefüttert. Um die Verdaulichkeit der Kartoffeln berechnen zu können, war daher ein besonderer Verdauungsversuch mit dem Beifutter nötig. Weil zwischen dem Haupt- und diesem Hilfsversuch längere Zeit verstrichen war, wurde das Gerstenschrot noch einmal analysiert. Es zeigten sich aber keine wesentlichen Unterschiede.

Zusammensetzung des Gerstenschrots.

100 Teile Trockensubstanz enthielten:

	Hilfsversuch:	Hauptversuch
Rohprotein	11,29	11,30
Rohfett	2,79	2,78
Asche	2,75	2,69
Rohfaser	3,80	4,13
Stickstoffreie Extraktstoffe	79,37	79,10
Organische Substanz	97,25	97,31

Die Trockensubstanz des Gerstenschrots des Hilfsversuchs betrug 87,02%. Der Hilfsversuch dauerte vom 23. VII. bis 3. VIII. 1923.

Nach vier Tagen Vorfütterung wurde sieben Tage lang der Kot gesammelt.

Kotausscheidung:

Datum	frisch	abgewogen	lufttrocken
	g	g	g
27./28. VII.	2520	252,0	65,4
28./29. VII.	2665	266,5	72,3
29./30. VII.	2675	267,5	70,5
30./31. VII.	3285	328,5	90,3
31. VII./1. VIII.	3335	333,5	85,0
1./2. VIII.	2975	297,5	78,2
2./3. VIII.	3050	305,0	80,2

Im Tagesdurchschnitt wurden 2929,3 g frischer Kot ausgeschieden.

Trockensubstanzbestimmung des Kotes:

frisch	lufttrocken	Trockensubstanz der lufttrocknen Substanz	Trockensubstanz der frischen Substanz
g	g	%	%
2929,3	774,1	90,74	23,98

Zusammensetzung des Kotes:

100 Teile Trockensubstanz enthielten:

Rohprotein	11,97%
Rohfett	4,86%
Asche	19,06%
Rohfaser	25,80%
Stickstoffreie Extraktstoffe	38,31%
Organische Substanz	80,94%

Die Trockensubstanz betrug 23,98%.

Berechnung der Verdauungskoeffizienten:

	Trockensubstanz	Rohprotein	Rohfett	Asche	Rohfaser	Stickstoffreie Extraktstoffe	Organische Substanz
4000 g Gerstenschrot zu 87,02 %	3480,80	392,98	97,11	95,72	132,27	2762,08	3385,08
2229,3 g Kot zu 23,98 %	702,43	84,08	34,14	146,81	181,22	256,18	555,62
verdaut g	2778,37	308,90	62,97	—	—	2506,54	2829,46
verdaut %	79,82	78,61	64,97	—	—	90,73	83,58

Auf Grund der Verdaulichkeit des Gerstenschrots lassen sich die Verdauungskoeffizienten der gedämpften Kartoffeln berechnen.

Die Kotausscheidung und Trockensubstanzberechnung ist schon angegeben. Es waren für den Tag 2616,7 g frischer Kot zu 20,13 % Trockensubstanz.

Die Zusammensetzung des Kotes in 100 Teilen Trockensubstanz war:

Rohprotein	19,49 %	Rohfaser	14,93 %
Rohfett	8,75 %	Stickstoffreie Extraktstoffe	32,46 %
Asche	24,37 %	Organische Substanz	75,63 %

Berechnung der Verdauungskoeffizienten der gedämpften Kartoffeln:

	Trockensubstanz	Rohprotein	Rohfett	Asche	Rohfaser	Stickstoffreie Extraktstoffe	Organische Substanz
8000 g gedämpfte Kartoffeln zu 25,78 %	2062,40	150,14	9,68	125,60	62,49	1714,49	1936,80
2000 g Gerstenschrot zu 84,32 %	1686,40	190,57	46,88	45,36	69,65	1333,94	1641,04
2616,7 g Kot zu 20,13 %	3748,80	340,71	56,56	170,96	132,14	3048,43	3577,84
verdaut g	526,68	102,65	46,09	128,35	78,63	170,96	398,33
ab für verdautes Gerstenschrot	3222,12	238,06	10,47	42,61	53,51	2877,47	3179,51
verdaut Kartoffeln g	1346,10	149,80	30,40	—	—	1210,30	1371,72
verdaut Kartoffeln %	1876,02	88,26	—	42,61	53,51	1667,17	1807,79
	90,96	58,78	—	33,93	85,63	97,23	93,35

2. Versuch mit gedämpften Kartoffeln.

Die Kartoffeln sind dieselben wie die des vorigen Versuches. Der Unterschied besteht darin, daß ohne Beifutter und 12 Tage später gefüttert wurde. Der Versuch dauerte vom 26. VI. bis 7. VII. 1923. Gefüttert wurden täglich 8000 g gedämpfte Kartoffeln.

Zusammensetzung der gedämpften Kartoffeln:

100 Teile Trockensubstanz enthielten:

	%
Rohprotein	6,88
Rohfett	0,39
Asche	5,59
Rohfaser	3,64
Stickstoffreie Extraktstoffe	83,50
Organische Substanz	94,41

Trockensubstanzbestimmung der gedämpften Kartoffeln:

frisch	lufttrocken	Trockensubstanz der lufttrocknen Substanz	Trockensubstanz der frischen Substanz
g	g	%	%
1000	257,2	94,64	24,34

Nach vier Tagen Vorfütterung wurde sieben Tage lang der Kot gesammelt.

	Kotausscheidung:		
Datum	frisch	abgewogen	lufttrocken
	g	g	g
30. VI./1. VII.	959,0	191,8	45,1
1./2. VII.	1062,0	212,4	46,5
2./3. VII.	584,0	116,8	34,5
3./4. VII.	1545,0	309,0	61,7
4./5. VII.	1451,0	290,2	58,2
5./6. VII.	970,0	194,0	45,4
6./7. VII.	837,0	167,2	40,1

Im Tagesdurchschnitt wurden 1058,3 g frischer Kot ausgeschieden.

Trockensubstanzbestimmung des Kotes.

frisch	lufttrocken	Trockensubstanz der lufttrocknen Substanz	Trockensubstanz der frischen Substanz
g	g	%	%
1058,3	236,8	93,86	21,00

Die Zusammensetzung des Kotes in 100 Teilen Trockensubstanz war:

	%
Rohprotein	24,53
Rohfett	8,16
Asche	34,32
Rohfaser	8,67
Stickstoffreie Extraktstoffe	24,32
Organische Substanz	65,68

Berechnung der Verdauungskoeffizienten:

	Trockensubstanz	Rohprotein	Rohfett	Asche	Rohfaser	Stickstoffreie Extraktstoffe	Organische Substanz
8000 g gedämpfte Kartoffeln zu 24,34%	1947,20	133,97	7,59	108,85	70,88	1625,91	1838,35
1058,3 g Kot zu 21,0%	222,26	54,52	18,14	76,28	19,27	54,05	145,98
verdaut g	1724,94	79.45	—	32,57	51,61	1571,86	1692,37
verdaut %	88,58	59.30	—	29,92	72,82	96,68	92,06

3. Versuch mit gedämpften Kartoffeln.

Die Kartoffeln sind anderer Herkunft wie die der vorhergehenden Versuche. Die Zahlen sind daher leider nicht absolut vergleichbar. Der Unterschied zu der vorigen Periode mit gedämpften Kartoffeln besteht darin, daß diejenigen des jetzt folgenden Versuches viel länger lagerten. Sie wurden vom 29. IX. bis 9. X. 1923, also nach fast einjähriger Lagerzeit, gefüttert. Dieser Versuch sollte die Veränderungen der Zusammensetzung und der Verdaulichkeit, die die Kartoffel nach längerer Lagerung erleidet, zeigen. Gefüttert wurden ebenso wie im vorher-

gehenden Versuch täglich 8000 g gedämpfte Kartoffeln. Die Periode dauerte vom 29. IX. bis 9. X. 1923.

Die Zusammensetzung der gedämpften Kartoffeln in 100 Teilen Trockensubstanz war:

	%
Rohprotein	7,18
Rohfett	1,24
Asche	12,59
Rohfaser	4,33
Stickstoffreie Extraktstoffe	74,66
Organische Substanz	87,41

Die Bestimmung der Trockensubstanz der gedämpften Kartoffeln ergab:

frisch	lufttrocken	Trockensubstanz der lufttrocknen Substanz	Trockensubstanz der frischen Substanz
g	g	%	%
1000	213,8	96,63	20,66

Nach vier Tagen Vorfütterung wurde der Kot gesammelt.

	Kotausscheidung:		
Datum	frisch	abgewogen	lufttrocken
	g	g	g
3./4. X.	2425,0	242,5	50,1
4./5. X.	2430,0	243,0	50,0
5./6. X.	2325,0	232,5	44,9
6./7. X.	2290,0	229,0	46,3
7./8. X.	2625,0	262,5	45,6
8./9. X.	2610,0	261,0	47,0
9./10. X.	2595,0	259,5	47,4

Im Tagesdurchschnitt wurden ausgeschieden 2471 g frischer Kot.

Trockensubstanz des Kotes:

frisch	lufttrocken	Trockensubstanz der lufttrocknen Substanz	Trockensubstanz der frischen Substanz
g	g	%	%
2471	473,3	93,57	17,92

Die Zusammensetzung des Kotes war in 100 Teilen Trockensubstanz:

	%
Rohprotein	20,34
Rohfett	4,23
Asche	39,93
Rohfaser	6,99
Stickstoffreie Extraktstoffe	28,51
Organische Substanz	60,07

Berechnung der Verdauungskoeffizienten:

	Trocken-substanz	Rohprotein	Rohfett	Asche	Rohfaser	Stickstoffreie Extraktstoffe	Organische Substanz
8000 g gedämpfte Kartoffeln zu 20,66%	1652,80	118,67	20,50	208,09	71,57	1233,97	1444,71
2471 g Kot zu 17,92%	442,87	90,06	18,73	176,84	30,96	126,28	266,03
verdaut g	1209,93	28,61	1,77	31,25	40,61	1107,69	1178,68
verdaut %	73,20	24,10	8,63	15,02	56,51	89,76	81,59

4. Versuch mit eingesäuerten Kartoffeln.

Die Kartoffeln entstammen der Ernte 1922 und sind dieselben wie die der ersten beiden Versuche mit gedämpften Kartoffeln und Gerstenschrot vom 15. bis 26. VI. 1923, und mit gedämpften Kartoffeln allein vom 26. VI. bis 7. VII. 1923. Die Zahlen aller dieser Versuche sind wieder unmittelbar vergleichbar.

Die Kartoffeln wurden gedämpft und eingesäuert in der Zeit vom 15. bis 16. V. 1923. Die Öffnung der Silos fand erst unmittelbar vor dem Versuche statt. Dieser dauerte vom 10. bis 21. VII. 1923. Gefüttert wurden täglich 8000 g eingesäuerte Kartoffeln.

Die Zusammensetzung der eingesäuerten Kartoffeln betrug in 100 Teilen Trockensubstanz:

	%
Rohprotein	7,75
Rohfett	2,49
Asche	6,84
Rohfaser	4,77
Stickstoffreie Extraktstoffe	78,15
Organische Substanz	93,16

Die Bestimmung der Trockensubstanz der eingesäuerten Kartoffeln ergab:

frisch	lufttrocken	Trockensubstanz der lufttrocknen Substanz	Trockensubstanz der frischen Substanz
g	g	%	%
500	129,0	94,96	24,50

Nach vier Tagen Vorfütterung wurde der Kot gegesammelt.

	Kotausscheidung:		
Datum	frisch	abgewogen	lufttrocken
	g	g	g
14./15. VII.	1205	241,0	58,3
15./16. VII.	1310	262,0	57,7
16./17. VII.	1485	297,0	62,2
17./18. VII.	1440	288,0	64,5
18./19. VII.	1125	225,0	58,6
19./20. VII.	1575	315,0	73,0
20./21. VII.	963	192,6	51,8

Im Tagesdurchschnitt wurden ausgeschieden 1300,4 g frischer Kot.

Die Bestimmung der Trockensubstanz des Kotes ergab:

frisch	lufttrocken	Trockensubstanz der lufttrocknen Substanz	Trockensubstanz der frischen Substanz
g	g	%	%
1300,4	304,35	92,82	21,73

100 Teile Trockensubstanz des Kotes enthielten:

	%
Rohprotein	24,82
Rohfett	7,65
Asche	34,83
Rohfaser	8,74
Stickstoffreie Extraktstoffe	23,96
Organische Substanz	65,17

Berechnung der Verdauungskoeffizienten:

	Trocken-substanz	Rohprotein	Rohfett	Asche	Rohfaser	Stickstoffreie Extraktstoffe	Organische Substanz
8000 g eingesäuerte Kartoffeln zu 24,50%	1960,00	151,90	48.80	134,07	93,49	1531,74	1825,93
1300,4 g Kot zu 21,73 %	282,54	70,13	21,61	98,42	24,69	67,69	184,12
verdaut g	1677,46	81,77	27,19	35,65	68,80	1464,05	1641,81
verdaut %	85,59	53,83	55,71	26,59	73,59	95,58	89,91

Hiermit ist die Versuchsreihe über Kartoffeln abgeschlossen. Die Besprechung folgt an späterer Stelle.

II. Versuche über den Nährwert der Mahlabfälle: Weizenrandmehl und Erbsenschalen.

Weizenrandmehl ist ein kleieartiger Mahlabfall des Weizens. Allerdings entspricht die Zusammensetzung den Weizenkleien nicht ganz, da es nur 7,38% Stickstoffsubstanz enthält. Weizenrandmehl fällt in verhältnismäßig großen Mengen ab und kann daher bezüglich der Brauchbarkeit in der Tierernährung eine entsprechende Untersuchung beanspruchen.

Der Versuch dauerte vom 7. bis 18. VIII. 1923. Es wurden täglich gefüttert 4000 g Weizenrandmehl. Die Zusammensetzung in 100 Teilen Trockensubstanz war:

	%
Rohprotein	7,38
Rohfett	3,37
Asche	5,07
Rohfaser	10,72
Stickstoffreie Extraktstoffe	73,46
Organische Substanz	94,93

Die Trockensubstanz des Weizenrandmehls betrug 88,00 %.

Nach vier Tagen Vorfütterung wurde der Kot gesammelt.

	Kotausscheidung:		
Datum	frisch	abgewogen	lufttrocken
	g	g	g
11./12. VIII.	5080,0	508,0	140,0
12./13. VIII.	4510,0	451,0	131,1
13./14. VIII.	4760,0	476,0	137,7
14./15. VIII.	4810,0	481,0	134,0
15./16. VIII.	5760,0	576,0	155,8
16./17. VIII.	5300,0	530,0	145,7
17./18. VIII.	5198,0	519,8	142,7

Im Tagesdurchschnitt wurden ausgeschieden 5059,7 g frischer Kot.

Trockensubstanz des Kotes:

frisch	lufttrocken	Trockensubstanz der lufttrocknen Substanz	Trockensubstanz der frischen Substanz
g	g	%	%
5059,7	1410,0	88,59	24,97

Die Zusammensetzung des Kotes in 100 Teilen Trockensubstanz war:

	%
Rohprotein	8,58
Rohfett	3,23
Asche	14,91
Rohfaser	25,65
Stickstoffreie Extraktstoffe	47,63
Organische Substanz	85,09

Berechnung der Verdauungskoeffizienten:

	Trocken-substanz	Rohprotein	Rohfett	Asche	Rohfaser	Stickstoffreie Extraktstoffe	Organische Substanz
4000 g Weizenrand-mehl zu 88,00 %	3520,00	259,88	118,73	178,59	377,95	2584,85	3341,41
5059,7 g Kot zu 24,97 %	1263,20	108,38	40,80	188,33	324,01	601,68	1074,87
verdaut g	2256,80	151,50	77,93	—	53,94	1983,17	2266,54
verdaut %	64,12	58,29	65,65	—	14,27	76,72	67,83

Versuch mit Erbsenschalen oder Erbsenkleie.

Erbsenschalen fallen beim Schälen der Erbsenkörner ab. Sie bestehen aus der das Korn umgebenden Samenhaut mit mehr oder weniger Endospermanteil. Die Qualität der Erbsenschalen wird u. a. beeinflußt durch Sorte, Klima und Reifestadium der Körner, vor allem aber durch die Menge des beim Schälen mitabfallenden Endosperms. Ebenso wie das Weizenrandmehl fallen die Erbsenschalen in großen Menge ab und haben deshalb für die Tierernährung eine gewisse Bedeutung.

Der Versuch dauerte vom 10. bis 20. X. 1923. Es wurden täglich 3000 g Erbsenschalen gefüttert.

Die Trockensubstanz der Erbsenschalen betrug 87,20 %.

Die Zusammensetzung in 100 Teilen Trockensubstanz war:

	%
Rohprotein	16,45
Rohfett	1,99
Asche	5,21
Rohfaser	30,85
Stickstoffreie Extraktstoffe	45,50
Organische Substanz	94,79

Nach vier Tagen Vorfütterung wurde sieben Tage lang der Kot gesammelt.

Kotausscheidung:

Datum	frisch	abgewogen	lufttrocken
	g	g	g
14./15. X.	4145	414,5	121,0
15./16. X.	3210	321,0	102,1
16./17. X.	3925	392,5	129,0
17./18. X.	3110	311,0	105,0
18./19. X.	3775	377,5	119,1
19./20. X.	3380	338,0	107,2
20./21. X.	3525	352,5	104,2

Im Tagesdurchschnitt wurden 3581,5 g Kot ausgeschieden.

Die Bestimmung der Trockensubstanz des Kotes ergab:

frisch	lufttrocken	Trockensubstanz der lufttrocknen Substanz	Trockensubstanz der frischen Substanz
g	g	%	%
3581,5	1125,1	92,10	28,93

Die Zusammensetzung des Kotes in 100 Teilen Trockensubstanz war:

	%
Rohprotein	6,38
Rohfett	2,82
Asche	11,61
Rohfaser	50,05
Stickstoffreie Extraktstoffe	29,14
Organische Substanz	88,39

Berechnung der Verdauungskoeffizienten:

	Trockensubstanz	Rohprotein	Rohfett	Asche	Rohfaser	Stickstoffreie Extraktstoffe	Organische Substanz
3000 g Erbsenschalen zu 87,20%	2616,00	430,36	52,06	136,29	806,91	1190,38	2479,71
3581,5 g Kot zu 28,95 %	1036,30	66,11	29,22	120,30	518,61	301,95	915,90
verdaut g	1579,70	364,25	22,84	15,99	288,30	888,43	1563,81
verdaut %	60,39	84,64	43,87	11,73	35,73	74,63	63,09

Hiermit sind beide Versuchsreihen beendet. Es folgt jetzt die Besprechung der Versuche und der Vergleich mit bereits bekannten Ergebnissen.

Die Ergebnisse der Versuche.

1. Die Verdaulichkeit der Kartoffeln unter dem Einfluß des Beifutters.

Aufschluß geben hierüber der erste Versuch, der vom 15. bis 26. VI. 1923 mit gedämpften Kartoffeln und Gerstenschrot angestellt wurde, sowie als Vergleichsgrundlage der zweite Versuch, der vom 26. VI. bis 7. VII. 1923 mit gedämpften Kartoffeln allein unternommen wurde.

Zuerst seien die Rohanalysen, darauf die Verdauungskoeffizienten besprochen.

Zusammensetzung der gedämpften Kartoffeln:

	I. Versuch vom 15./26. VI. 1923 gedämpfte Kartoffeln und Gerstenschrot %	II. Versuch vom 26. VI. bis 7. VII. 1923 Kartoffeln allein %
Rohprotein	7,28	6,88
Rohfett	0,47	0,39
Asche	6,09	5,59
Rohfaser	3,03	3,64
Stickstoffreie Extraktstoffe	83,13	83,50
Organische Substanz	93,91	94,41

Die Zusammensetzung der beiden Proben ist praktisch dieselbe. Hierbei ist zu beachten, daß beide Versuche unmittelbar aufeinander folgten. So müßte, wenn Unterschiede in der Höhe der Verdaulichkeit eintreten sollten, die Ursache in der Beigabe von Gerstenschrot gesucht werden.

Verdauungskoeffizienten der gedämpften Kartoffeln:

	I. Versuch vom 15./26. VI. 1923 gedämpfte Kartoffeln und Gerstenschrot %	II. Versuch vom 26. VI. bis 7. VII. 1923 Kartoffeln allein %
Trockensubstanz	90,96	88,58
Rohprotein	58,78	59,30
Rohfett	—	—
Asche	33,93	29,92
Rohfaser	85,63	72,82
Stickstoffreie Extraktstoffe	97,23	96,68
Organische Substanz	93,35	92,06

Die Verdauungskoeffizienten sind in beiden Versuchen nahezu dieselben. Die Abweichungen bewegen sich sämtlich innerhalb der Fehlergrenze von 2%. Größere Unterschiede zeigt nur die Asche. Diese ist aber für unsere Betrachtungen ohne Belang. Wichtiger könnte der Unterschied bei der Verdaulichkeit der Rohfaser sein. Der geringe Gehalt der Kartoffeln an Rohfaser macht diese Abweichung aber bedeutungslos. Die um 12,81% höhere Verdaulichkeit der Rohfaser scheint noch dazu ein Zufallsergebnis zu sein, denn verglichen mit den Verdauungskoeffizienten der übrigen Versuche und mit einem Versuch mit Maisschrot als Beifutter[1]) zeigt sich durchweg eine bedeutend niedrigere Verdaulichkeit der Rohfaser von ungefähr 71%. Angeführt seien die von Wehowsky gefundenen Zahlen:

Zusammensetzung der gedämpften Kartoffeln in 100 Teilen Trockensubstanz:

Rohprotein	6,12%	Rohfaser	2,82%
Rohfett	0,31 „	Stickstoffreie Extraktstoffe	85,50 „
Asche	5,25 „	Organische Substanz	94,75 „

1) Wehowsky, Über die Ausnutzung rohfaserreicher Futtermittel durch das Schwein. Inaug.-Diss. Philos. Fakultät Göttingen 1922.

Verdauungskoeffizienten der gedämpften Kartoffeln:

Rohprotein	61,49
Rohfett	—
Asche	47,69
Rohfaser	71,50
Stickstoffreie Extraktstoffe	76,90
Organische Substanz	93,54

Aus allen Zahlen geht hervor, daß die Verdaulichkeit der gedämpften Kartoffeln in der organischen Substanz gleich hoch ist, ob sie mit oder ohne Beifutter gegeben werden.

2. Der Einfluß der verschieden langen Lagerzeit auf die Verdaulichkeit der Kartoffel.

Der Untersuchung dieser Frage dienten der dritte Versuch, vom 29. IX. bis 9. X. 1923 mit gedämpften Kartoffeln, und als Vergleichsgrundlage wieder der zweite Versuch, vom 26. VI. bis 7. VII. 1923 mit gedämpften Kartoffeln.

100 Teile Trockensubstanz enthalten:

	II. Versuch vom 26. VI. bis 7. VII. 1923	III. Versuch vom 28. IX. bis 9. X. 1923
	%	%
Rohprotein	6,88	7,18
Rohfett	0,39	1,24
Asche	5,59	12,59
Rohfaser	3,64	4,33
Stickstoffreie Extraktstoffe	83,50	74,66
Organische Substanz	94,41	87,41

Es bestehen sehr große Verschiedenheiten in der Zusammensetzung. Leider handelt es sich nicht um Kartoffeln derselben Herkunft, sodaß ein direkter Vergleich nicht gezogen werden kann. Trotzdem ist die Richtung der typischen Veränderungen, auf die auch schon zu Anfang

hingewiesen wurde, deutlich zu erkennen. Abgenommen haben mit fortschreitender Lagerzeit:

die stickstoffreien Extraktstoffe, also Stärke um 8,90 %
die organische Substanz „ 7,00 „

Relativ erhöht ist: das Fett um 0,85 %
die Rohfaser „ 0,69 „
das Rohprotein „ 0,30 „

Beim Lagern entstehen große Verluste an Stärke und damit an organischer Substanz. Das Verschwinden der Stärke erklärt sich durch Keimung und Atmung. Es ist eine bekannte Erscheinung bei langer Kellerlagerung. Die Tatsache der Verluste wird durch meine Versuche noch einmal bestätigt. Die beobachteten Verluste entsprechen ungefähr den von Saare und Kramer [1]) angegebenen. Nach Saare betragen die Verluste an Stärke:

nach	2	Monaten	0,1 bezw. 0,2 %
„	4	„	0,1 „ 0,8 „
„	6	„	1,0 „ 1,3 „

Hieran schließen sich die Untersuchungen von Kramer, nach denen durch Keimung 3,18 bis 9,88 % Stärke verloren gehen.

Die im vorliegenden Versuch beobachteten Verluste an Stärke betrugen 8,90 %.

Da die Kartoffeln sich jedoch der Herkunft nach unterschieden und völlig abweichende Aschenteile aufwiesen, so wird die Analyse auf aschefreie, organische Substanz umgerechnet. Die Zusammensetzung von 100 Teilen organischer Substanz der gedämpften Kartoffeln ist:

	II. Versuch vom 26. VI. bis 7. VII. 1923	III. Versuch vom 29. IX. bis 9. X. 1923
Rohprotein	7,29	8,21
Rohfett	0,41	1,42
Rohfaser	3,86	4,95
Stickstoffreie Extraktstoffe	88,44	85,42
Organische Substanz	100,00	100,00

1) Parow, Hdb. der Kartoffeltrocknerei.

Mit aller Deutlichkeit ist das Sinken des Stärkegehalts und das daraus sich ergebende relative Steigen des Gehalts an anderen Nährstoffen festzustellen.

Durch die Konservierungsmethode des einfachen Kellerlagerns gehen große Mengen Stärke verloren. Noch größer werden die Verluste durch das ungeheure Sinken der Verdauungskoeffizienten der lange gelagerten Kartoffeln.

Die Verdauungskoeffizienten der gedämpften Kartoffeln sind:

	II. Versuch vom 26. VI. bis 7. VII. 1923	III. Versuch vom 29. IX. bis 9. X. 1923
Rohprotein	59,30	24,10
Rohfett	—	8,63
Asche	29,92	15,02
Rohfaser	72,82	56,51
Stickstoffreie Extraktstoffe	96,68	89,76
Organische Substanz	92,06	81,59

Alle Nährstoffe sind bedeutend in ihrer Verdaulichkeit gesunken. Teils wird es in den Veränderungen der einzelnen Nährstoffe während des Lagerns begründet sein, teils darin, daß die leichtlöslichen Nährstoffe zuerst verbraucht und die schwerlöslichen und schwerverdaulichen zurückgeblieben sind.

Die Konservierungs-Methode der einfachen Kellerlagerung hat also zwei Mängel. Die Kartoffel wird nicht nur durch die Stärkeverluste ganz erheblich schlechter in ihrer Zusammensetzung, sondern die Verdaulichkeit der restlichen Nährstoffe sinkt auch beträchtlich, sodaß die sonst hochverdauliche Kartoffel auf die zur Schweinemast noch gerade zulässige Mindestverdaulichkeit von 80% sinkt.

Das Ausmaß der Einbuße der lange gelagerten Kartoffeln ist an einem mit Schweinen angestellten Verdauungsversuch mit Kartoffelschalen[1]) zu ermessen, wobei

1) Wehowsky, Über die Ausnutzung rohfaserrreicher Futtermittel durch das Schwein. Inaug.-Diss. Philos. Fak. Göttingen 1922.

unter Kartoffelschalen der mit dem Messer gewonnene Abfall roher Kartoffeln („Schäle“) verstanden wird. Ich stelle deshalb die Zahlen des Vergleichsversuches, des Versuches mit lange gelagerten Kartoffeln und die des Versuchs mit Kartoffelschalen nebeneinander.

100 Teile Trockensubstanz enthalten:

	Kartoffeln II. Versuch 26. VI./7. VII. 23	Kartoffeln III. Versuch 29. IX./9. X. 23	Kartoffelschalen
Rohprotein	6,88	7,18	7,83
Rohfett	0,39	1,24	0,56
Asche	5,59	12,59	19,81
Rohfaser	3,64	4,33	6,23
Stickstoffr. Extraktstoffe	83,50	74,66	65,57
Organische Substanz	94,41	87,41	80,19

Die folgenden Zahlen sind ebenfalls auf aschefreie organische Trockensubstanz umgerechnet worden. Es enthält die organische Substanz:

	Kartoffeln II. Versuch 26. VI./7. VII. 23	Kartoffeln III. Versuch 29. IX./9. IX. 23	Kartoffelschalen
Rohprotein	7,29	8,21	9,76
Rohfett	0,41	1,42	0,70
Rohfaser	3,86	4,95	7,77
Stickstoffr. Extraktstoffe	88,44	85,42	81,77
Organische Substanz	100	100	100

Lange gelagerte Kartoffeln nähern sich immer mehr der Zusammensetzung von Kartoffelschalen.

Die Verdauungskoeffizienten vervollständigen das Bild.

Die Verdauungskoeffizienten:

	Kartoffeln II. Versuch 26. VI./7. VII. 23	Kartoffeln III. Versuch 29. IX./9. X. 23	Kartoffelschalen
Rohprotein	59,30	24,10	28,23
Rohfett	—	8,63	—
Asche	29,92	15,02	12,84
Rohfaser	72,82	56,51	62,84
Stickstoffr. Extraktstoffe	96,65	89,76	82,62
Organische Substanz	92,06	81,59	82,60

Hiernach besteht zwischen den Koeffizienten der lange gelagerten Kartoffeln und der Kartoffelschalen kein wesentlicher Unterschied. Somit ist das Ergebnis dieser Untersuchung: *Nach ungefähr einjährigem Lagern ist der Futterwert der Kartoffeln auf etwa denjenigen der Kartoffelschalen gesunken.*

3. Der Einfluß der Konservierungsmethode des Einsäuerns auf die Verdaulichkeit der Kartoffel.

Der Untersuchung dieser Frage dienten der Versuch vom 10. bis 21. VII. 1923 mit sauren Kartoffeln und als Vergleichsgrundlage wieder der zweite Versuch vom 26. VI. bis 7. VII. 1923 mit gedämpften Kartoffeln.

100 Teile Trockensubstanz enthalten:

	II. Versuch 26. VI./7. VII. 1923 gedämpfte Kartoffeln	IV. Versuch 10./21. VII. 1923 saure Kartoffeln
Rohprotein	6,88	7,75
Rohfett	0,39	2,49
Asche	5,59	6,84
Rohfaser	3,64	4,77
Stickstoffreie Extraktstoffe	83,50	78,15
Organische Substanz	94,41	93,16

Die Kartoffel hat sich während des Einsäuerns verändert. Die Stärke ist um 5,35 % gesunken. Es entspricht dies der bei der Einsäuerung bekannten Erscheinung, daß durch Bakteriengärung aus Stärke Säuren gebildet werden. Da diese Säuren zum Teil ätherlöslich sind, erklärt sich das gewaltige Steigen des Fettes um mehr als das sechsfache. Alle übrigen Nährstoffe haben sich in ihrem Gehalt nicht wesentlich geändert. Es treten somit in der Hauptsache Stärkeverluste ein.

Die weitere Frage ist nun die, welchen Einfluß die Einsäuerung auf die Höhe der Verdaulichkeit hat.

Die Verdauungskoeffizienten waren:

	II. Versuch 26. VI./7. VII. 1923 gedämpfte Kartoffeln	IV. Versuch 10./21. VII. 1923 saure Kartoffeln
Rohprotein	59,30	53,83
Rohfett	—	55,71
Asche	29,92	26,59
Rohfaser	72,82	73,59
Stickstoffreie Extraktstoffe	96,65	95,58
Organische Substanz	92,06	89,91

In beiden Versuchen sind alle Nährstoffe fast gleichhoch verdaut worden, mit Ausnahme des Rohproteins, das um 5,47 % schlechter verdaut wurde. Alle übrigen Abweichungen sind unbedeutend und liegen innerhalb der Fehlergrenzen. Die geringere Verdaulichkeit des Rohproteins hat den Verdauungskoeffizienten der organischen Substanz um 2,15 % heruntergedrückt. Aber auch dieses liegt noch fast innerhalb der Fehlergrenze.

Über die Methode des Einsäuerns ist daher zu sagen, daß geringe Verluste an Stärke eintreten, die Gesamtverdaulichkeit aber fast so hoch ist, wie bei den gedämpften Kartoffeln. Die saure Kartoffel ist praktisch ebenso hoch verdaulich, wie eine gute frische Kartoffel.

4. Vergleich der Konservierungsmethoden des Einsäuerns und des Kellerlagerns.

Als Vergleichsgrundlage dienen die Zahlen des zweiten Versuchs vom 26. VI. bis 7. VII. 23 mit gedämpften Kartoffeln.

Zusammensetzung der Kartoffeln in 100 Teilen Trockensubstanz:

	II. Versuch 26. 6./7. 7. 23 ged. Kartoffeln	III. Versuch 29. 9./9. 10. 23 ged. Kartoffeln	IV. Versuch 10./21. 7. 23 saure Kartoffeln
Rohprotein	6,88	7,18	7,75
Rohfett	0,39	1,24	2,49
Asche	5,59	12,59	6,84
Rohfaser	3,64	4,33	4,77
Stickstoffr. Extraktstoffe	83,50	74,66	78,15
Organische Substanz	94,41	87,41	93,16

Diese Zahlen werden wegen des verschiedenen Aschegehaltes auf die aschefreie organische Substanz umgerechnet.

Zusammensetzung der organischen Substanz der Kartoffeln:

	II. Versuch 26. 6./7. 7. 23 ged. Kartoffeln	III. Versuch 29. 9./9. 10. 23 ged. Kartoffeln	IV. Versuch 10./21. 7. 23 saure Kartoffeln
Rohprotein	7,29	8,21	8,32
Rohfett	0,41	1,42	2,67
Rohfaser	3,86	4,95	5,12
Stickstoffr. Extraktstoffe	88,44	85,42	83,89
Organische Substanz	100,00	100,00	100,00

Die Stärkeverluste sind bei den sauren Kartoffeln um 1,53 % höher. Zu beachten ist, daß diese Zahlen relativ sind, und zwar auf organische Substanz berechnet, und nicht die absoluten Verluste ausdrücken. Diese sind natürlich viel größer.

Neben der Zusammensetzung hat sich auch die Höhe der Verdaulichkeit geändert.

Zusammenstellung der Verdauungskoeffizienten der Kartoffel:

	II. Versuch 26. 6./7. 7. 23 ged. Kartoffeln	III. Versuch 29. 9./9 10. 23 ged. Kartoffeln	IV. Versuch 10./21. 7. 23 saure Kartoffeln
Rohprotein	59,30	24,10	53,83
Rohfett	—	8,63	55,71
Asche	29,92	15,02	26,59
Rohfaser	72,82	56,51	73,59
Stickstoffr. Extraktstoffe	96,68	89,76	95,58
Organische Substanz	92,06	81,59	89,91

Sind die Stärkeverluste der lange gelagerten Kartoffeln etwas niedriger, so haben doch die gesäuerten Kartoffeln erheblich bessere Verdauungskoeffizienten. *Das Verfahren des Einsäuerns erspart daher Nährstoffe im Gegensatz zu einer langen Kellerlagerung.*

Die Ergebnisse der Versuche über die Mahlabfälle.

1. Weizenrandmehl.

Zusammensetzung des Weizenrandmehls in 100 Teilen Trockensubstanz:

	%
Rohprotein	7,38
Rohfett	3,37
Asche	5,07
Rohfaser	10,72
Stickstoffreie Extraktstoffe	73,46
Organische Substanz	94,93

Die Verdauungskoeffizienten des Weizenrandmehls sind:

Rohprotein	58,29
Rohfett	65,65
Asche	—
Rohfaser	14,27
Stickstoffreie Extraktstoffe	76,72
Organische Substanz	67,83

Bis auf den geringen Rohproteingehalt ist das Weizenrandmehl nach Zusammensetzung und Verdaulichkeit als eine mittlere bis gute Kleie anzusprechen. Es ist kein Schweinemastfutter, sondern nur im Gemisch mit sehr hoch verdaulichen Futtermitteln, etwa Kartoffeln, als Ersatz oder Beifutter zu verwenden. Eher ist es für Wiederkäuer als ein unbedingtes Produktionsfutter zu bezeichnen. Auch würden Wiederkäuer das Weizenrandmehl höher verdauen, durch die bessere Ausnutzung der reichlich vorhandenen Rohfaser. An richtiger Stelle verwendet, kann das Weizenrandmehl, das in großen Mengen in den Mühlen abfällt, eine ziemliche Bedeutung für die Tierernährung beanspruchen.

2. Erbsenschalen oder Erbsenkleie.

Zusammensetzung der Erbsenschalen in 100 Teilen Trockensubstanz:

	%
Rohprotein	16,45
Rohfett	1,99
Asche	5,21
Rohfaser	30,85
Stickstoffreie Extraktstoffe	45,50
Organische Substanz	94,79

Die Verdauungskoeffizienten der Erbsenschalen sind:

Rohprotein	84,64
Rohfett	43,87
Asche	11,73
Rohfaser	35,73
Stickstoffreie Extraktstoffe	74,63
Organische Substanz	63,06

Die Erbsenschalen sind zu 63,06 % in der organischen Substanz verdaulich. Sie sind deshalb kein Schweinemastfutter, für das sie irrtümlich oft gehalten werden. Mit hochverdaulichen Stoffen gemischt, sind sie wohl gerade noch als Ersatz- oder Beifutter zu verwenden. Unter besonderen Umständen können Erbsenschalen allerdings sehr hoch verdaulich sein. Dieses wird noch besprochen werden. Für Schweine sind sie jedoch auf keinen Fall ein Mastfutter. Für Wiederkäuer haben sie größere Bedeutung, weil von diesen die so reichlich vorhandene Rohfaser höher verdaut wird.

Besonders wichtig ist, daß das Rohprotein der Erbsenschalen sehr hoch verdaulich ist.

Vergleich mit schon vorliegenden Zahlen über die Verdaulichkeit der Erbsenschalen.

Vergleich mit den von Lüthge[1]) gefundenen Zahlen.

Diese Zahlen wurden in einem Verdauungsversuch am Schwein, der im Göttinger Institut für Tierernährungslehre angestellt wurde, gefunden. Zu den Erbsenschalen war Maisschrot als Beifutter gegeben.

Zusammenstellung der Zusammensetzung von Erbsenschalen in 100 Teilen Trockensubstanz:

	in meinem Versuch vom 10./20. X. 1923	in dem Versuch von Lüthge
Rohprotein	16,45	16,46
Rohfett	1,99	1,78
Asche	5,21	5,55
Rohfaser	30,85	24,43
Stickstoffreie Extraktstoffe	45,50	51,78
Organische Substanz	94,79	94,45

Die Zusammensetzung der beiden Sorten von Erbsenschalen ist nicht gleichmäßig. Die Unterschiede zeigen sich, bei sonst fast gleicher Zusammensetzung, in dem Gehalt an Rohfaser und an stickstoffreien Extraktstoffen. Die Erbsenschalen von Lüthge enthalten 6,42 % Rohfaser weniger und 5,28 % stickstoffreie Extraktstoffe mehr. Das Schwein nützt aber Rohfaser sehr wenig, stickstofffreie Extraktstoffe bedeutend höher aus. Die Verdaulichkeit der von Lüthge untersuchten Erbsenschalen muß demnach voraussichtlich höher sein.

---

1) Lüthge, Über die Verdaulichkeit von Gersteerzeugnissen, Haferflocken und Erbsen nach Ausnutzungsversuchen am Menschen. Inaug.-Diss. Philos. Fak. Göttingen 1923.

Die Verdauungskoeffizienten der Erbsenschalen:

	in meinem Versuch	im Versuch Lüthge
Rohprotein	84,64	81,08
Rohfett	43,87	100,00
Asche	11,73	—
Rohfaser	35,73	71,64
Stickstoffreie Extraktstoffe	74,63	75,67
Organische Substanz	63,06	76,18

Alle Nährstoffe mit Ausnahme der Rohfaser und des Fettes sind nahezu gleichhoch verdaut worden. Die verschiedene Ausnutzung des Fettes spielt des geringen Gehaltes wegen keine Rolle. Bedeutung hat dagegen die höhere Verdaulichkeit der Rohfaser. In dem Versuch von Lüthge ist sie um 35,91 % höher verdaut worden. Bei dem hohen Rohfasergehalt muß dieses die Verdaulichkeit der organischen Substanz bedeutend steigern.

Die Ursachen der höheren Verdaulichkeit der Erbsenschalen im Versuch von Lüthge sind:

1. die Erbsenschalen von Lüthge waren von besserer Qualität, da sie 6,42 % weniger Rohfaser, aber 5,28 % mehr stickstoffreie Extraktstoffe enthielten bei sonst fast gleicher Zusammensetzung;
2. die Rohfaser der Erbsenschalen des Versuchs von Lüthge war um 35,91 % höher verdaulich und steigerte dadurch die Gesamtverdaulichkeit.

Diese letzte Ursache ist sehr wichtig. Sie tritt uns in einer Reihe von Versuchen anderer Autoren wieder in besonderer Regelmäßigkeit entgegen.

Verdauungsversuche mit Erbsenkleie am Wiederkäuer von Kellner[1]).

Zusammensetzung von 100 Teilen Trockensubstanz:

Rohprotein	19,03 %
Rohfett	1,93 „
Asche	3,96 „
Rohfaser	22,76 „
Stickstoffreie Extraktstoffe	52,32 „
Organische Substanz	96,04 „

1) Kellner, Die Ernährung der landwirtschaftlichen Nutztiere.

Die Verdauungskoeffizienten der Erbsenkleie:

Rohprotein	75,00
Rohfett	70,59
Asche	—
Rohfaser	80,10
Stickstoffreie Extraktstoffe	91,99
Organische Substanz	85,38

Honcamp's Versuche mit Erbsenschalen an Hammeln:

Zusammensetzung der Erbsenschalen in 100 Teilen Trockensubstanz:

Rohprotein	11,79
Rohfett	1,45
Asche	2,90
Rohfaser	44,33
Stickstoffreie Extraktstoffe	39,53
Organische Substanz	97,10

Die Verdauungskoeffizienten dieser Erbsenschalen in zwei Versuchen:

	I	II
Rohprotein	66,2	69,5
Rohfett	73,1	61,5
Asche	—	—
Rohfaser	94,0	94,3
Stickstoffreie Extraktstoffe	92,6	84,2
Organische Substanz	89,7	86,8

Zusammensetzung der Erbsenschalen in 100 Teilen Trockensubstanz:

Rohprotein	7,16
Rohfett	0,98
Asche	2,86
Rohfaser	50,78
Stickstoffreie Extraktstoffe	38,22
Organische Substanz	97,14

Die Verdauungskoeffizienten dieser Erbsenschalen in zwei Versuchen:

	I	II
Rohprotein	42,30	73,20
Rohfett	82,40	64,70
Asche	—	—
Rohfaser	93,30	96,10
Stickstoffreie Extraktstoffe	88,00	92,90
Organische Substanz	87,44	92,82

Ganz deutlich sind die Beziehungen zwischen der Verdaulichkeit der Rohfaser und der der organischen Substanz.

Es wurden verdaut:

Im Versuch von	Rohfaser	organische Substanz
Kellner	80,10 %	85,38 %
Honcamp III	93,30 „	87,44 „
Honcamp I	94,00 „	89,70 „
Honcamp II	94,30 „	86,80 „
Honcamp IV	96,10 „	92,82 „

Mit steigender Verdaulichkeit der Rohfaser wird die organische Substanz höher ausgenützt. Eine Ausnahme macht nur der Versuch II von Honcamp. Diese ist aber wohl auf eine besonders niedrige Ausnützung der stickstoffreien Extraktstoffe zurückzuführen.

Dieselben Beziehungen zwischen Verdaulichkeit von Rohfaser und organischer Substanz treten bei den Erbsenkörnern, wenn auch in geringerem Maße, auf.

Zusammensetzung der Erbsenkörner in 100 Teilen Trockensubstanz in Versuchen von:

	Deppe [1]	Dittmann Wolff Funke [2]	Heiden Voigt [2]	Wilt [2]	Kreuzhag Wolff Funke [2]	Lüthge [3]	Lüthge (geschälte Erbsen)
Rohprotein	26,39	26,03	28,71	26,50	29,88	25,26	27,72
Rohfett	1,70	2,12	1,67	1,78	1,59	1,42	1,20
Asche	3,55	3,40	3,37	3,34	3,59	3,71	3,52
Rohfaser	6,43	8,67	6,49	7,58	6,61	5,64	1,67
Stickstoffreie Extraktstoffe	61,93	59,78	59,76	60,80	58,33	63,97	65,89
Organische Substanz	96,45	96,60	96,63	96,66	96,41	96,29	96,48

Verdauungskoeffizienten der Erbsenkörner:

Versuch von		Versuch am	Rohprotein	Rohfett	Asche	Rohfaser	Stickstoffreie Extraktstoffe	Organische Substanz
Deppe	a)	Schwein	89,35	43,70	29,68	89,66	97,67	93,90
	b)	Schwein	91,53	72,30	49,37	82,80	97,82	94,65
Dittmann E. Wolff Funke	a)	Schwein	84,44	64,03	—	66,48	94,70	88,72
	b)	Schwein	84,83	69,01	—	57,11	94,81	88,13
Heiden Voigt		Schwein	90,11	44,96	—	88,53	98,61	93,11
E. Wilt		Schwein	86,75	36,19	—	54,76	95,26	89,25
Kreuzhag E. Wolff W. Funke	a)	Schaf	88,92	74,70	—	65,67	93,32	89,54
	b)	Pferd	82,97	6,89	—	8,04	89,03	80,33
Lüthge	a)	Schwein	91,28	100,00	—	92,66	92,49	92,62
	b)	Mensch	85,16	20,20	46,43	65,72	96,72	90,69
Lüthge (geschälte Erbsen)	a)	Schwein	92,84	76,50	19,54	100,00	99,36	97,54
	b)	Mensch	88,06	2,18	35,96	81,28	97,00	92,97

1) Deppe, Untersuchungen über den Nährwert neuer Futtermittel des Schweines.

2) Nach Dietrich u. König: Zusammensetzung und Verdaulichkeit der Futtermittel.

3) Lüthge, Inaug.-Diss. Phil. Fak. Göttingen 1923.

Treten auch die Ursachen wegen des geringen Rohfasergehalts und der Einwirkungen von Verdaulichkeitsschwankungen der anderen Nährstoffe nicht so deutlich hervor, so lassen sich doch zwei Gruppen von Erbsen unterscheiden:

1. Erbsen, deren organische Substanz über 90% und deren Rohfaser mindestens zu 66% verdaulich ist,
2. Erbsen, deren organische Substanz unter 90% und deren Rohfaser höchstens zu 66% verdaulich ist.

Ganz deutlich sind die Ursachen in den Versuchen von E. Wolff, Funke und Kreuzhag zum Ausdruck gekommen. Dort hat verdaut:

	Rohfaser	organische Substanz
Schwein	65,67	89,54
Pferd	8,04	80,33

Bei Erbsenschalen und Erbsenkörnern treten dieselben Beziehungen zwischen Verdaulichkeit der organischen Substanz und Verdaulichkeit der Rohfaser auf. Die Gründe der verschiedenen Verdaulichkeit der Rohfaser sind aus den Versuchen nicht zu ersehen. Es liegt die Vermutung nahe, daß infolge früherer oder späterer Ernte der Erbsen die Rohfaser verschieden stark verholzt gewesen ist, daß auch Saat, Klima und Boden hier von Einfluß sind. Die Verdauungskoeffizienten der organischen Substanz und der Rohfaser seien noch einmal zusammengestellt.

Die Verdauungskoeffizienten der Erbsenschalen waren:

Im Versuch von	Rohfaser	organische Substanz
Müller	35,73	63,06
Lüthge	71,64	76,18
Kellner	80,10	85,38
Honcamp	93,30	87,44
	94,00	89,70
	96,10	92,82

Wertzahlen der untersuchten Futtermittel.

Es sind angegeben die Gesamtnährstoffe mit dem darin enthaltenen verdaulichen Rohprotein und die Ballastmenge von 100 Teilen Trockensubstanz.

I. Am 19. VI. 1923 gedämpfte Kartoffeln mit 25,87% Trockensubstanz.

100 Teile Trockensubstanz enthalten:

verdauliches Rohprotein	4,28
verdauliches Rohfett	—
verdauliche Rohfaser	2,60
verdauliche stickstoffreie Extraktstoffe	80,83
Gesamtnährstoffe	87,71
darin verdauliches Rohprotein	4,28
Ballastmenge	9,04

II. Am 29. VI. 1923 gedämpfte Kartoffeln mit 24,34% Trockensubstanz.

100 Teile Trockensubstanz enthalten:

verdauliches Rohprotein	0,48
verdauliches Rohfett	—
verdauliche Rohfaser	2,65
verdauliche stickstoffreie Extraktstoffe	80,73
Gesamtnährstoffe	83,86
darin verdauliches Rohprotein	0,48
Ballastmenge	11,42

III. Am 29. IX. 1923 gedämpfte Kartoffeln mit 20,66% Trockensubstanz.

100 Teile Trockensubstanz enthalten:

verdauliches Rohprotein	1,73
verdauliches Rohfett	0,11
verdauliche Rohfaser	2,44
verdauliche stickstoffreie Extraktstoffe	67,02
Gesamtnährstoffe	71,45
darin verdauliches Rohprotein	1,73
Ballastmenge	36,80

IV. Am 15. VI. 1923 eingesäuerte Kartoffeln mit 24,5,0% Trockensubstanz.

100 Teile Trockensubstanz enthalten:	
verdauliches Rohprotein	3,90
verdauliches Rohfett	1,39
verdauliche Rohfaser	3,51
verdauliche stickstoffreie Extraktstoffe	74,70
Gesamtnährstoffe	85,45
darin verdauliches Rohprotein	3,90
Ballastmenge	14,41

V. Weizenrandmehl.

100 Teile Trockensubstanz enthalten:	
verdauliches Rohprotein	4,30
verdauliches Rohfett	2,21
verdauliche Rohfaser	1,85
verdauliche stickstoffreie Extraktstoffe	56,31
Gesamtnährstoffe	67,66
darin verdauliches Rohprotein	4,30
Ballastmenge	35,88

VI. Erbsenschalen.

100 Teile Trockensubstanz enthalten:	
verdauliches Rohprotein	13,96
verdauliches Rohfett	0,87
verdauliche Rohfaser	11,02
verdauliche stickstoffreie Extraktstoffe	33,96
Gesamtnährstoffe	61,03
darin verdauliches Rohprotein	13,96
Ballastmenge	39,61

Lebenslauf.

Ich, Konrad, Gustav, Heinrich Müller, wurde am 19. September 1902 als ältester Sohn des Landwirts Jean Müller und seiner Ehefrau Auguste, geb. Beinhauer, in Hofgeismar geboren. Ich besuchte von Ostern 1908 bis Ostern 1912 die Volksschule und von Ostern 1912 bis Ostern 1918 das Realprogymnasium zu Hofgeismar. Ostern 1918 trat ich in die Obersekunda des Realgymnasiums zu Cassel ein, von dem ich am 1. Dezember 1919 in die Unterprima des Realgymnasiums zu Arolsen überging. Ostern 1920 beteiligte ich mich an den Kämpfen gegen die Kommunisten in Thüringen als Zeitfreiwilliger. Ostern 1921 verließ ich das Realgymnasium zu Arolsen mit dem Reifezeugnis und wurde zu Anfang des Sommersemesters 1921 in Göttingen immatrikuliert, um Landwirtschaft zu studieren. Nach drei Semestern bestand ich im Sommer 1922 das Vorexamen, nach weiteren drei Semestern das Hauptexamen. Seit Anfang des Wintersemesters 1922/23 habe ich mich mit dem Gebiet der Tierernährung besonders beschäftigt und in dem Laboratorium des Instituts für Tierernährungslehre unter Herrn Geheimrat Prof. Dr. Franz Lehmann, dem ich an dieser Stelle noch meinen besonderen Dank ausspreche, gearbeitet.